

Efectos del Alacloro y Trifluralín sobre la Germinación y el Crecimiento de Plántulas de *Zea mays*, en Condiciones de Laboratorio¹

D. Pérez de Acosta*, W. Michelangeli*

ABSTRACT

Herbicides, such as Alachlor and Trifluralin, are used to control weeds in maize but they also affect growth and development of this plant, depending of the varieties used. In this paper, the results obtained with three hybrids of white maize produced in Venezuela: Obregon, Arichuna and Ceniap Planta Baja 34, are reported. All were laboratory-grown and treated with a range of concentrations of both herbicides. Germination percentage, biometric characters and protein and chlorophyll contents were determined. The different concentration of herbicides applied affected the plants under study differently, but some variable responses between the three hybrids were not strictly related to susceptibility to the herbicides used.

COMPENDIO

Alacloro y Trifluralín son herbicidas de amplio espectro, aplicados para controlar malezas en cultivos de maíz, a pesar de que ambos afectan parcialmente el crecimiento y desarrollo de esta planta, dependiendo de la variedad de maíz utilizada. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos con tres híbridos de maíz blanco, producidos en Venezuela: Obregón, Arichuna y Ceniap Planta Baja 34, cultivados bajo condiciones de laboratorio y tratados con diferentes concentraciones de ambos herbicidas. Se determinaron variaciones en el porcentaje de germinación, en los caracteres biométricos y en los contenidos de clorofila y proteínas. Las concentraciones de herbicidas utilizadas afectan de manera parcial y heterogénea las plantas estudiadas. Se encontraron respuestas variables entre los tres híbridos que no se pueden explicar, de manera estricta, a una susceptibilidad diferencial a los herbicidas aplicados.

INTRODUCCION

El código genético de una planta determina el grado de respuesta de dicha planta a su ambiente (14). Tales respuestas, aunque variables de un género a otro, son generalmente similares para las especies pertenecientes a un mismo género; sin embargo, hay excepciones en las que las respuestas de plantas de un mismo género a un ambiente dado, son diferentes, dependiendo de la especie o de la variedad, tal como ha sido observado en el maíz con respecto a la aplicación de determinados herbicidas en cultivos de esta planta (7). Esta circunstancia, al menos teóricamente, implica que puedan desarrollarse y seleccionarse variedades de cultivo que sean más tolerantes a un herbicida específico (14).

En Venezuela, existe una amplia gama de variedades e híbridos de maíz obtenidos en el país, los cuales se han utilizado en escala comercial, en diferentes regiones (3). La investigación hecha en el ámbito biológico, realizada sobre estos híbridos y variedades es bastante limitada particularmente en lo que respecta a la acción que pudieran ejercer sobre ellos los herbici-

das, como Alacloro y Trifluralín, comúnmente usados en el campo venezolano para el control de malezas en cultivos de maíz a pesar de que afectan, en mayor o menor grado, el crecimiento y desarrollo de esta planta (7,17). Por tal razón, este trabajo se propone determinar si tres de los híbridos de maíz obtenidos en Venezuela (Obregón, Arichuna y Ceniap Planta Baja 34), son susceptibles a los herbicidas Alacloro y Trifluralín, aplicados en forma preemergente y bajo condiciones de laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Las semillas de *Zea mays*, híbridos Obregón, Arichuna y Ceniap Planta Baja 34, que han sido utilizados en diversos experimentos, fueron seleccionadas de lotes donados por CENIAP (Centro de Investigaciones Agropecuarias, División de Cereales), con la finalidad de descartar aquellas que estuvieran partidas, deformadas o con escarificaciones, lo que podría afectar la validez de los resultados. Del grupo de semillas seleccionadas se escogieron al azar 100 para cada tratamiento. Después de la desinfección con hipoclorito de sodio (Sigma) al 1%, durante 20 min, fueron lavadas con agua destilada e imbibidas en la solución correspondiente a cada tratamiento (Alacloro: 40, 80, 120 y 160 ppm; Trifluralín: 1, 5, 10 y 20 ppm), y colocadas en incubadora a 30°C por 24 horas. Finalizado este periodo, las semillas se colocaron en bande-

¹ Recibido para publicación el 23 de julio de 1986

* Universidad Simón Bolívar. Departamento de Biología de Organismos. Apartado Postal 80.659 - Caracas, Venezuela.

Cuadro 1. Porcentaje (%) de germinación de los híbridos de maíz: Obregón, Archuna y Ceniap PB 34, tratados con Alacloro y Trifluralín.

		Obregón		Archuna				Ceniap PB 34		
Tratamiento		36 h	48 h	36 h	48 h	60 h	72 h	120 h	36 h	48 h
Testigo		73	96	6	53	58	61	79	64	90
Alacloro	40 ppm	64	91	6	38	49	59	77	79	93
	80 ppm	51*	90	7	36*	48	60	81	55*	82
	120 ppm	43*	84	3	34*	45*	49*	79	63	91
	160 ppm	52*	87	7	32*	44*	52*	67	74	92
Trifluralín	1 ppm	69	95	4	45	55	58	72	78	93
	5 ppm	90	98	5	37	55	56	75	65	93
	10 ppm	75	96	3	35*	49	54	76	74	95
	20 ppm	83	95	4	27*	43*	44*	61	55*	97

* Tratamientos estadísticamente significativo respecto al testigo

jas de germinación, con el hilum de cara al papel absorbente, el cual fue humedecido con la solución correspondiente a cada tratamiento. Las bandejas se colocaron nuevamente en incubadora a 30°C y fueron irrigadas cada 12 horas con 25 ml de agua destilada, a fin de reponer el agua perdida por evaporación. Una vez transcurridas 48 horas subsiguientes a la imbibición, las plántulas fueron dispuestas en estantes, con iluminación producida por dos bombillos incandescentes de 25 W y dos tubos fluorescentes de 60 W y llevadas a una habitación cerrada, con temperatura (26-30°C) y humedad (75-85%) controladas. El período total de iluminación fue de 48 horas. El número de semillas germinadas se determinó cada 12 h.

Durante la primera fase de desarrollo, comprendida dentro de los cinco días siguientes al comienzo de la imbibición, se determinaron los siguientes caracteres: longitud de la raíz principal, entrenudo, coleóptilo, vástago y hoja primaria, número de raíces adventicias y de hojas visibles y área de la hoja primaria. Para todas las mediciones se utilizaron de 15 a 20 plántulas por tratamiento. El área foliar se determinó mediante el uso de papel heliográfico y un planímetro Licor o bien, a través de la relación peso/área utilizando un estándar apropiado. Las determinaciones de peso fresco y seco se hicieron en muestras de 15 a 20 plántulas por tratamiento, para tres compartimientos: raíz, vástago y endospermo. El contenido de clorofila se determinó según la metodología empleada por Arnon (2) y las proteínas hidrosolubles por el método de Lowry *et al* (15). Los ensayos fueron repetidos tres veces como mínimo para cada híbrido y cada tratamiento.

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante el Test de Independencia 2x2, utilizando el Test de la G (21) y el Test de Student-Newman-Keuls para comparaciones múltiples (20).

RESULTADOS

Al observar las plántulas de cinco días de edad, provenientes de los diversos tratamientos, una de las características más resaltantes fue la lentitud de su crecimiento, comparado con las del testigo. Además, el desarrollo de las plántulas presentó ciertas particularidades en algunos de los tratamientos: con Alacloro se observaron plántulas que mostraban una apertura anormal del coleóptilo, lateral y no apical, emergiendo la plúmula en forma geniculada. En los casos de apertura normal del coleóptilo, la hoja secundaria apareció y se desarrolló antes de que lo hiciera la hoja primaria; además el coleóptilo presentó dificultad para emerger a través de las envolturas seminales. En los tratamientos con Trifluralín, la característica más resaltante es el desenrollamiento anormal de la hoja primaria, observado en una alta frecuencia en las concentraciones de herbicida superiores a 1 ppm. En algunos casos, el desenrollamiento de la hoja secundaria también fue afectado. Tanto las raíces como el coleóptilo mostraron tendencia hacia un crecimiento radial anormal en los tratamientos con Trifluralín.

Porcentaje de germinación

Los resultados son indicadores de la limitada efectividad de ambos herbicidas sobre la germinación de los tres híbridos estudiados (Cuadro 1). Sin embargo,

Cuadro 2. Caracteres biométricos de plántulas del híbrido Obregón, tratado con Alacloro y Trifluralín. Muestra: 20 plántulas.

Tratamiento	Raíz	Longitud (cm)		Vástago	Hoja Primaria	Número de Hojas visibles	Area (cm ²) de Hoja Primaria	
		Entrenado	Coleoptilo					
Alacloro	Testigo	14.22 ± 2.83	1.40 ± 0.37	4.49 ± 0.69	5.12 ± 0.81	4.93 ± 1.58	2.07 ± 0.26	5.39 ± 1.52
	40 ppm	11.54 ± 2.88*	1.07 ± 0.23	3.75 ± 0.58*	3.92 ± 0.59	3.50 ± 1.09	1.67 ± 0.35*	4.85 ± 1.70*
	80 ppm	10.94 ± 2.40*	0.96 ± 0.22	3.26 ± 0.93*	3.57 ± 0.97	1.87 ± 0.44*	1.80 ± 0.50	4.15 ± 0.99*
	120 ppm	10.46 ± 2.26*	0.75 ± 0.27*	2.92 ± 0.49*	3.05 ± 0.47*	1.20 ± 0.93*	1.72 ± 0.46	4.02 ± 1.91*
	160 ppm	10.13 ± 1.67*	0.63 ± 0.21*	2.58 ± 0.45*	2.66 ± 0.51*	0.84 ± 0.53*	1.50 ± 0.51*	3.34 ± 1.16*
Trifluralín	1 ppm	10.15 ± 3.62	1.15 ± 0.26*	3.43 ± 0.66*	4.01 ± 0.84*	2.96 ± 2.20*	2.00 ± 0.10	4.51 ± 2.03
	5 ppm	6.18 ± 2.42*	1.17 ± 0.35*	2.23 ± 0.35*	2.67 ± 0.70*	2.01 ± 1.41*	2.00 ± 0.23	3.13 ± 0.96*
	10 ppm	4.45 ± 2.33*	0.28 ± 0.07*	1.99 ± 0.27*	2.00 ± 0.26*	0.25 ± 0.69*	1.80 ± 0.56	1.84 ± 1.12*
	20 ppm	2.23 ± 0.87*	—	2.06 ± 0.35*	2.06 ± 0.35*	—	1.73 ± 0.59	—

— No existencia del órgano o que su tamaño no era apreciable
 * Estadísticamente significativo respecto al control

en los tratamientos con Alacloro, el porcentaje de germinación muestra una disminución significativa respecto al testigo al cabo de 36 horas de siembra para Obregón y Ceniap Planta Baja 34 (a 80 ppm), aunque, después de 48 horas, no se observaron estas diferencias. La germinación de las semillas de Arichuna fue más lenta que la de los otros dos híbridos, siendo afectada después de 80 ppm, en forma no homogénea.

El porcentaje de germinación en los tratamientos con Trifluralín no presentó diferencias significativas para los híbridos Obregón y Ceniap PB 34 con relación al testigo; sin embargo, para Arichuna, la germinación en los diferentes periodos de medición siguió

las mismas pautas que en los tratamientos con Alacloro.

Caracteres biométricos

La longitud de la raíz principal, en los tres híbridos tratados con Alacloro, muestra diferencias estadísticamente significativas respecto al control a partir de 40 ppm (Cuadros 2, 3 y 4); en los tratamientos con Trifluralín esto se observa a partir de 1 ppm (Cuadros 2, 3 y 4). En ningún caso, el número de raíces adventicias no presentó diferencias respecto al testigo razón por la cual no se representa en los cuadros.

Cuadro 3. Caracteres biométricos de plántulas del híbrido Arichuna, tratado con Alacloro y Trifluralín (Muestra: 20 plántulas).

Tratamiento	Raíz	Longitud (cm)		Vástago	Hoja Primaria	Número de Hojas Visibles	Area (cm ²) de la Hoja Primaria	
		Entrenado	Coleoptilo					
Testigo	14.32 ± 2.11*	0.62 ± 0.31*	3.84 ± 0.59	3.72 ± 0.74	4.01 ± 2.02	1.93 ± 0.26	7.06 ± 2.16	
Alacloro	40 ppm	10.86 ± 1.96*	0.48 ± 0.21*	3.23 ± 0.58*	3.23 ± 0.58*	0.48 ± 0.28*	1.60 ± 0.51	5.01 ± 1.72*
	80 ppm	7.01 ± 3.27*	0.29 ± 0.16*	2.27 ± 1.24*	2.27 ± 1.24*	—	0.80 ± 0.56*	—
	120 ppm	6.67 ± 3.11*	0.24 ± 0.16*	2.24 ± 0.96*	2.23 ± 0.96*	—	0.60 ± 0.43*	—
	160 ppm	5.71 ± 3.37*	0.18 ± 0.12*	1.51 ± 0.84*	1.53 ± 0.84*	—	0.33 ± 0.29*	—
Trifluralín	1 ppm	12.43 ± 1.50*	0.54 ± 0.39	3.32 ± 0.34*	3.42 ± 0.47*	2.32 ± 0.30*	1.87 ± 0.35*	6.26 ± 1.61
	5 ppm	8.45 ± 2.33*	0.14 ± 0.03*	2.19 ± 0.23*	2.27 ± 0.28*	—	1.47 ± 0.52*	—
	10 ppm	5.41 ± 1.57*	—	1.69 ± 0.38*	1.86 ± 0.39*	—	1.13 ± 0.64*	—
	20 ppm	3.30 ± 1.28*	—	1.65 ± 0.33*	1.46 ± 0.38*	—	0.73 ± 0.17*	—

* Estadísticamente significativo respecto al testigo.
 — No existencia del órgano o que su tamaño no era apreciable.

Cuadro 4. Caracteres biométricos de plántulas del híbrido CENIAP PB 34, tratado con Alacloro y Trifluralin (Muestra: 20 plántulas.)

Tratamiento	Raíz	Longitud (cm)			Vástago	Hoja Primaria	Número de Hojas Visibles	Área (cm ²) de la Hoja Primaria
		Entrenudo	Coleoptilo					
Testigo	16.12 ± 2.92	1.80 ± 0.32	4.67 ± 0.52	4.77 ± 0.52	3.90 ± 2.92	2.00 ± 0.15	5.52 ± 2.03	
Alacloro	40 ppm	12.17 ± 1.80*	1.07 ± 0.38*	3.57 ± 0.73*	3.61 ± 0.73*	0.85 ± 0.84*	1.80 ± 0.41	3.68 ± 0.79*
	80 ppm	0.90 ± 1.49*	1.03 ± 0.30*	3.53 ± 0.55*	3.49 ± 0.64*	—	1.25 ± 0.45*	—
	120 ppm	10.87 ± 1.94*	1.01 ± 0.43*	3.39 ± 0.48*	3.27 ± 0.28*	—	1.07 ± 0.80*	—
	160 ppm	9.21 ± 2.94*	0.75 ± 0.54*	3.07 ± 0.42*	3.15 ± 0.32*	—	0.73 ± 0.70*	—
Trifluralin	1 ppm	13.30 ± 1.97*	1.34 ± 0.32*	3.27 ± 0.40*	4.24 ± 0.60*	3.61 ± 1.67	1.93 ± 0.26	4.69 ± 1.24
	5 ppm	4.36 ± 1.89*	0.11 ± 0.30*	2.22 ± 0.17*	2.24 ± 0.19*	0.63 ± 0.20*	1.98 ± 0.10	3.53 ± 0.89*
	10 ppm	2.73 ± 1.19*	—	2.01 ± 0.23*	2.00 ± 0.13*	—	1.80 ± 0.41	—
	20 ppm	2.07 ± 0.54*	—	1.98 ± 0.22*	1.86 ± 0.14*	—	1.60 ± 0.52*	—

* Estadísticamente significativo respecto al testigo

— No existencia del órgano o que su tamaño no era apreciable

A partir de 40 ppm de Alacloro, la longitud del entrenudo disminuye para Arichuna y Ceniap PB 34 (Cuadros 3 y 4), y a partir de 120 ppm para Obregón (Cuadro 2), mientras que la longitud del coleóptilo disminuye significativamente en todos los casos, para los tres híbridos y ambos herbicidas; igualmente, se observa para la longitud del vástago (Cuadros 2, 3 y 4).

Con respecto a la longitud de la hoja primaria, se observó, en todos los casos, una disminución significativa a partir de la mínima concentración de herbicida, que llega en Arichuna (Cuadro 3) y Ceniap PB 34 (Cuadro 4) hasta su total ausencia. El número de hojas visibles fue afectado en forma homogénea en los híbridos Arichuna y Ceniap PB 34 por efecto de los tratamientos con ambos herbicidas (Cuadros 3 y 4), pero, el híbrido Obregón aparentemente sólo fue afectado por el Alacloro a la máxima concentración utilizada (Cuadro 2).

El área de la hoja primaria en los tratamientos con Alacloro muestra diferencias significativas para Obregón, a partir de 80 ppm (Cuadro 2) y para los otros dos híbridos, a partir de 40 ppm (Cuadros 3 y 4), mientras que en los tratamientos con Trifluralin ocurrió una disminución significativa a partir de 5 ppm, en los tres híbridos.

En los tratamientos con Alacloro, los valores de peso fresco que se incluyen en el Cuadro 5 presentan diferencias significativas respecto al testigo, a partir de 40 ppm para raíces y vástago. El peso fresco del endospermo no parece haber sido afectado por este herbicida a las concentraciones utilizadas. En los tra-

tamientos con Trifluralin, la respuesta de los tres híbridos fue menos homogénea, salvo para el endospermo, cuyos valores de peso fresco no varían significativamente respecto al testigo (Cuadro 5).

Con relación al peso seco, en los tratamientos con Alacloro tanto Obregón como Arichuna mostraron diferencias en el peso seco del vástago, a partir de 40 y 160 ppm respectivamente, no siendo así para Ceniap PB 34 (Cuadro 6).

En los tratamientos con Trifluralin (Cuadro 6), Obregón presenta diferencias en peso seco únicamente para las raíces, mientras que en Arichuna y Ceniap PB 34 también fue afectado el peso seco del vástago. El peso seco del endospermo no varió significativamente en ningún caso (Cuadro 6).

Contenido de proteínas

En los diversos tratamientos, tanto con Alacloro como con Trifluralin, el contenido de proteínas disminuyó significativamente en las raíces y el vástago de los tres híbridos estudiados (Cuadro 7), en Obregón a partir de 5 ppm de Trifluralin. El contenido de proteínas del endospermo no presentó diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo, en ningún caso (Cuadro 7).

Contenido de clorofila total

En los tratamientos con Alacloro, el contenido de clorofila total en Ceniap PB 34 no presentó diferencias significativas respecto al control, mientras que en

Cuadro 5. Peso fresco (g x 10 plántulas) de raíces, vástago y endospermo de los híbridos de maíz: Obregón, Arichuna y CENIAP PB 34, tratados con Alacloro y Trifluralin.

		Obregón			Arichuna			Ceniap PB 34		
	Tratamiento	Raíz	Vástago	Endospermo	Raíz	Vástago	Endospermo	Raíz	Vástago	Endospermo
	Testigo	4.46 ± 0.32	4.66 ± 0.33	4.41 ± 0.36	5.83 ± 0.78	3.39 ± 0.45	4.61 ± 0.42	5.43 ± 0.37	3.54 ± 0.40	3.62 ± 0.24
Alacloro	40 ppm	2.66 ± 0.58*	3.23 ± 0.39*	4.34 ± 0.26	3.34 ± 1.04*	2.39 ± 0.21*	4.96 ± 0.10	3.68 ± 0.54*	2.63 ± 0.59*	4.09 ± 0.81*
	80 ppm	2.61 ± 0.20*	3.03 ± 0.42*	4.12 ± 0.21	2.97 ± 0.31*	1.92 ± 0.10*	4.74 ± 0.20	3.59 ± 0.66*	2.53 ± 0.32*	4.05 ± 0.15
	120 ppm	2.73 ± 0.44*	2.88 ± 0.34*	4.45 ± 0.40	2.98 ± 0.33*	1.87 ± 0.03*	5.11 ± 0.39	3.26 ± 0.56*	2.27 ± 0.13*	4.00 ± 0.35
	160 ppm	2.02 ± 0.07*	2.16 ± 0.29*	4.34 ± 0.47	2.00 ± 0.40*	1.17 ± 0.13*	4.66 ± 0.21	2.24 ± 0.05*	1.86 ± 0.09*	3.75 ± 0.37
Trifluralin	1 ppm	4.37 ± 0.59	3.43 ± 0.19*	4.72 ± 0.24	3.99 ± 0.73*	2.91 ± 0.54	4.73 ± 0.25	4.09 ± 0.22*	3.30 ± 0.87*	3.69 ± 0.14
	5 ppm	1.76 ± 0.23*	2.70 ± 0.19*	4.46 ± 0.13	4.44 ± 0.42*	2.29 ± 0.57*	4.85 ± 0.32	2.47 ± 0.93*	2.33 ± 0.28*	3.89 ± 0.20
	10 ppm	2.89 ± 0.25*	2.60 ± 0.30*	4.97 ± 0.62	2.31 ± 0.80*	1.38 ± 0.61*	4.93 ± 0.20	1.92 ± 0.41*	1.88 ± 0.72*	4.01 ± 0.10
	20 ppm	2.08 ± 0.27*	2.36 ± 0.33*	4.80 ± 0.42	2.09 ± 0.41*	1.37 ± 0.46*	5.05 ± 0.12	1.93 ± 0.33*	1.94 ± 0.10*	3.99 ± 0.32

* Estadísticamente significativo respecto al testigo

Arichuna y Obregón éstas se observaron a partir de los 40 ppm de Alacloro (Cuadro 8). En los tratamientos con Trifluralin, el contenido de clorofila total fue afectado en todos los casos para Arichuna y Obregón; y para Ceniap PB 34, solamente a partir de 5 ppm (Cuadro 8).

DISCUSION

Los resultados obtenidos, en los que se refiere a porcentaje de germinación, confirman parcialmente lo mencionado en la literatura respecto a la influencia de los herbicidas Alacloro y Trifluralin sobre la germinación del maíz. Shultz *et al* (19) y Parka y Sopper (18), informan que la germinación de semillas de esta planta no fue inhibida por el tratamiento con Trifluralin, en condiciones de laboratorio, mientras que Hacskaylo y Amato (9) mencionan haber observado la inhibición de la germinación por Trifluralin en semillas de maíz sembradas en sustrato arenoso. En el presente trabajo, la germinación de los tres híbridos, en condiciones de laboratorio, no fue afectada signifi-

cativamente por la aplicación de este herbicida. Con respecto a Alacloro, no se conoce, hasta la fecha ningún informe que indique que la germinación de semillas de maíz sea inhibida por la aplicación del herbicida; sin embargo, según los resultados obtenidos en este trabajo es evidente que la germinación de semillas del híbrido Arichuna es afectada por tratamientos con Alacloro, al menos, en la máxima concentración utilizada. Se observó, además, un retardo de 12 horas en la germinación de Arichuna a las concentraciones de Alacloro de 80 y 120 ppm con respecto al testigo; sin embargo, este retardo podría considerarse como fisiológicamente normal ya que para el maíz se requieren, cuando es sembrado en condiciones óptimas, de 20 a 30 horas subsiguientes a la imbibición para que se produzca la protrusión de la coleorriza (4).

En vista de que, con excepción hecha de Arichuna, la germinación no fue afectada por Alacloro y Trifluralin aplicados en forma preemergente se puede suponer que el efecto tóxico observado en cuanto a los caracteres biométricos y los contenidos de proteínas

Cuadro 6. Peso seco (g x 10 plántulas) de raíces, vástago y endospermo de los híbridos de maíz: Obregón, Arichuna y CENIAP PB 34, tratados con Alacloro y Trifluralin.

		Obregón			Arichuna			Ceniap PB 34		
	Tratamiento	Raíz	Vástago	Endospermo	Raíz	Vástago	Endospermo	Raíz	Vástago	Endospermo
	Testigo	0.35 ± 0.05	0.43 ± 0.04	1.90 ± 0.26	0.38 ± 0.07	0.32 ± 0.04	2.26 ± 0.29	0.35 ± 0.04	0.31 ± 0.03	1.73 ± 0.13
Alacloro	40 ppm	0.26 ± 0.05	0.34 ± 0.03*	2.14 ± 0.03	0.23 ± 0.09	0.23 ± 0.08	2.42 ± 0.21	0.27 ± 0.04	0.25 ± 0.03	1.95 ± 0.80
	80 ppm	0.29 ± 0.03	0.35 ± 0.04*	2.18 ± 0.06	0.24 ± 0.03	0.17 ± 0.03	2.36 ± 0.14	0.27 ± 0.03	0.23 ± 0.05	2.06 ± 0.11
	120 ppm	0.24 ± 0.04	0.31 ± 0.02*	2.28 ± 0.23	0.20 ± 0.03	0.20 ± 0.03	2.17 ± 0.28	0.24 ± 0.03	0.21 ± 0.04*	1.64 ± 0.17
	160 ppm	0.23 ± 0.04	0.26 ± 0.03*	2.39 ± 0.21	0.21 ± 0.07	0.13 ± 0.02*	2.30 ± 0.15	0.23 ± 0.06	0.18 ± 0.05*	1.82 ± 0.30
Trifluralin	1 ppm	0.27 ± 0.02	0.37 ± 0.05	2.22 ± 0.31	0.33 ± 0.10	0.27 ± 0.05	1.96 ± 0.14	0.31 ± 0.09	0.29 ± 0.07	1.18 ± 0.31
	5 ppm	0.13 ± 0.06*	0.36 ± 0.07	2.19 ± 0.07	0.27 ± 0.04	0.20 ± 0.04*	2.05 ± 0.08	0.19 ± 0.07*	0.23 ± 0.03*	1.46 ± 0.14
	10 ppm	0.19 ± 0.04*	0.39 ± 0.03	2.04 ± 0.04	0.16 ± 0.03*	0.13 ± 0.09*	2.14 ± 0.16	0.15 ± 0.04*	0.19 ± 0.09*	1.77 ± 0.11
	20 ppm	0.14 ± 0.05*	0.37 ± 0.08	2.00 ± 0.13	0.15 ± 0.04*	0.13 ± 0.04*	2.21 ± 0.13	0.12 ± 0.01*	0.19 ± 0.05*	2.01 ± 0.12

* Estadísticamente significativo respecto al testigo

Cuadro 7. Contenido de proteínas (mg/g peso seco) de raíces, vástago y endospermo de los tres híbridos de maíz: Obregón, Arichuna y CENIAP PB 34, tratados con Alacolor y Trifluralín.

		Obregón			Arichuna			Ceniap PB 34		
Tratamiento		Raíz	Vástago	Endospermo	Raíz	Vástago	Endospermo	Raíz	Vástago	Endospermo
Testigo		99.34 ± 2.94	86.74 ± 1.78	6.53 ± 0.91	107.89 ± 3.00	72.81 ± 3.78	6.73 ± 0.68	120.86 ± 3.42	81.61 ± 3.63	7.37 ± 1.60
Alacolor	40 ppm	80.38 ± 5.64*	73.53 ± 4.20*	6.31 ± 0.40	81.05 ± 3.34*	58.11 ± 1.12*	6.03 ± 1.34	104.81 ± 4.50*	76.40 ± 3.37	6.72 ± 0.42
	80 ppm	68.62 ± 0.78*	65.25 ± 5.52*	5.88 ± 1.60	76.91 ± 1.57*	52.29 ± 1.30*	5.43 ± 0.30	88.17 ± 0.89*	59.74 ± 5.85*	6.21 ± 0.89
	120 ppm	62.17 ± 3.07*	65.77 ± 2.18*	5.76 ± 1.34	72.36 ± 3.05*	53.16 ± 5.25*	5.49 ± 0.55	81.54 ± 3.73*	53.01 ± 1.78*	6.20 ± 0.55
	160 ppm	61.00 ± 3.99*	63.11 ± 0.16*	5.95 ± 2.02	70.21 ± 1.19*	51.08 ± 4.58*	5.19 ± 2.32	72.17 ± 1.36*	53.15 ± 1.30*	5.69 ± 1.03
Trifluralín	1 ppm	101.53 ± 3.93	87.97 ± 6.55	6.60 ± 0.48	82.17 ± 4.00*	59.99 ± 1.60*	6.68 ± 1.33	81.23 ± 3.52*	69.85 ± 4.21*	7.01 ± 0.76
	5 ppm	79.54 ± 0.64*	69.41 ± 5.74*	6.58 ± 2.31	69.69 ± 3.61*	54.13 ± 3.01*	6.54 ± 0.84	78.18 ± 3.80*	65.44 ± 1.20*	6.98 ± 0.40
	10 ppm	74.12 ± 4.47*	68.17 ± 6.32*	6.13 ± 1.48	65.21 ± 2.73*	53.82 ± 4.95*	6.21 ± 0.62	77.29 ± 1.61*	66.08 ± 4.47*	6.72 ± 1.64
	20 ppm	72.02 ± 5.05*	64.75 ± 5.35*	6.21 ± 1.57	60.87 ± 1.20*	52.17 ± 4.16*	6.29 ± 1.05	75.45 ± 4.85*	61.33 ± 1.30*	6.69 ± 1.68

* Estadísticamente significativo respecto al testigo

y clorofila, tiene lugar en el período comprendido entre la emergencia radicular y la del vástago, como lo sugieren Parka y Supper (18).

La inhibición del crecimiento de la raíz y el vástago, por efecto de herbicidas, discutida en la literatura para el maíz y otras plantas de cultivo (6,16,17), en el presente estudio se expresó, tanto en la disminución de la longitud de las diferentes regiones de la plántula como en la disminución del área foliar y de la biomasa de raíces y vástago. Sin embargo, el efecto de los herbicidas utilizados en el presente trabajo sobre los diversos caracteres biométricos varía para cada híbrido, según el tipo de herbicida y la concentración a la que se aplica sin que exista homogeneidad en las respuestas de un determinado híbrido a un determinado herbicida. Este hecho parece que es de fundamental importancia por cuanto la gran mayoría de las investigaciones sobre tolerancia-susceptibilidad a herbicidas evalúa solamente los efectos de éstos sobre

biomasa radicular y del vástago, considerando estos caracteres como indicativos del grado de tolerancia del híbrido o de la especie; sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo indican que, aunque los mencionados caracteres no sean afectados significativamente por un determinado tratamiento: éste puede causar una considerable disminución en caracteres igualmente esenciales, como pueden ser la longitud y el área de la hoja primaria.

La emergencia anormal de las hojas y la aparición de la hoja secundaria antes de la total emergencia de la hoja primaria —por efecto de los herbicidas aplicados— podrían ser el reflejo de perturbaciones en procesos fundamentales para el desarrollo como lo son la división y elongación celulares (22); en plantas de algodón tratadas con Trifluralín, Hassaway y Hamilton (11) han sugerido que este herbicida perturba la división celular y la diferenciación, interfiriendo con el balance metabólico adecuado para el desarrollo normal de las plántulas.

Cuadro 8. Contenido de clorofila total (mg/g peso seco) de la hoja primaria de plántulas de los 3 híbridos de maíz: Obregón, Arichuna y CENIAP PB 34, tratados con Alacolor y Trifluralín.

Tratamiento		Obregón	Arichuna	Ceniap PB 34
Testigo		12.51 + / -0.75	9.45 + / -0.35	9.77 + / -1.12
Alacolor	40 ppm	11.03 + / -0.20*	7.42 + / -1.52*	8.37 + / -0.76
	80 ppm	10.04 + / -0.34*	—	—
	120 ppm	9.07 + / -1.07*	—	—
	160 ppm	9.85 + / -0.08*	—	—
Trifluralín	1 ppm	11.08 + / -0.28*	7.16 + / -0.60*	10.03 + / -0.71
	5 ppm	9.59 + / -0.65*	—	6.31 + / -1.09*
	10 ppm	9.22 + / -0.21*	—	—
	20 ppm	—	—	—

* Estadísticamente significativo respecto al testigo.

— No existencia del órgano o que su tamaño no era apreciable.

Con relación a la biomasa fresca y seca de raíces y vástago, en los tres híbridos se observó en este trabajo, una tendencia a la disminución del contenido hídrico de estos compartimentos en la medida en que aumenta la concentración de herbicida. Esto sugiere que, de algún modo, la absorción o la pérdida de agua por las plántulas de maíz es afectada por los tratamientos, sin que hasta el momento se conozca ninguna referencia en la literatura consultada con respecto a esta posibilidad. El hecho de que no se observe disminución del peso seco del endospermo en el período de experimentación, se podría explicar en términos de lo descrito por diversos autores (1,5,8,10), quienes sugieren que las reservas contenidas en el endospermo son utilizadas solamente a partir del cuarto día de siembra; en el intervalo se movilizan las reservas de lípidos acumuladas en el escutelo

Jaworski (13) y Hickey y Krueger (12), informan que la inhibición de la síntesis proteínica por Alacloro, por inhibición de la síntesis *de novo* de enzimas, o por inhibición alostérica, lo cual también ha sido indicado como posible en plántulas tratadas con Trifluralin (18). Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran la disminución del contenido de proteínas de raíces y vástagos, en todos los casos experimentales fue efecto de los herbicidas aplicados. En la actualidad, están llevándose a cabo en el laboratorio en el cual trabajan los autores experimentos destinados a determinar si esta disminución obedece a una causa similar. Por otra parte, en el endospermo de semillas tratadas, no se presenta ningún cambio apreciable en el contenido de proteínas. A este respecto, Adams *et al* (1) señalan que los esferosomas y los cuerpos proteínicos, presentes en las células del endospermo de semillas de maíz, contienen enzimas hidrolíticas, lo cual, según Bewley y Black (5), sería una indicación de que la hidrólisis de las reservas durante la germinación del maíz se debe a la liberación de hidrolasas preformadas en el endospermo durante la maduración de la semilla, en lugar de la síntesis *de novo* de hidrolasas, tal como ocurre en cebada y trigo.

En relación al contenido de clorofila total, las observaciones hechas por los autores reflejan una tendencia hacia su disminución, relacionada al aumento en la concentración de los herbicidas aplicados. La literatura no aporta evidencias sobre un posible efecto de Alacloro y Trifluralin sobre la síntesis de clorofila o su degradación, pero, es sabido que algunos herbicidas, como el Diuron, son inhibidores fotosintéticos provocando un aumento de la fotooxidación de la clorofila a través de la disminución del pigmento caroteno, protector de la clorofila (23).

LITERATURA CITADA

1. ADAMS, C.A.; NOVELLIE, L. 1975. Composition and structure of protein bodies and spherosomes isolated from ungerminated seeds of *Sorghum bicolor* (Linn.) Moench. *Plant Physiology* 55:1-6.
2. ARNON, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* 24:1-14
3. BEJARANO, A. 1978. Caracteres biométricos de veintinueve cultivares de maíz (*Zea mays* L.) Cenipa, IIA Sección Cereales 1:11-18
4. BERLYN, G.P. 1972. Seed germination and morphogenesis. In *Seed Biology*. Ed. by T.T. Kozlowski. New York, Academic Press v.1, 416 p
5. BEWLEY, J.F.; BLACK, M. 1978. *Physiology and biochemistry of seeds*. New York, Springer-Verlag. v.1, 306 p
6. BUCHOLTZ, D.L.; LAVY, T.L. 1979. Alachlor and Trifluralin effects on nutrient uptake in oats and soybeans. *Agronomy Journal* 71:24-26.
7. DAVIS, J.L.; ABERNATHY, J.R.; WIEBE, A.F. 1978. Tolerance of 52 corn lines to Trifluralin. In *Proceedings of the 31st Annual Meet. Southern Weed Science Society USA*. 123 p.
8. DURE, L.S. 1960. Gross nutritional contributions of maize endosperm and scutellum to germination growth of maize axis. *Plant Physiology* 35:919-925.
9. HACSKAYLO, J.; AMATO, V.A. 1968. Effect of Trifluralin on roots of corn and cotton. *Weed Science* 16:513-515.
10. HARVEY, B.M.; OAKS, A. 1974. The hydrolysis of endosperm protein in *Zea mays*. *Plant Physiology* 53:453-457.
11. HASSAWAY, G.S.; HAMILTON, K.C. 1971. Effects of IAA, Kinetin and Trifluralin on cotton seedlings. *Weed Science* 19:265-268.
12. HICKEY, J.S.; KRUEGER, W.A. 1974. Alachlor and 1,8-naphthalic anhydride effects on maize seedling development. *Weed Science* 22:91-95.
13. AWORSKI, E.G. 1969. Analysis of the mode of action of herbicidal chloroacetamides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 27:165-170.
14. KLINGMAN, C.C.; ASHTON, F.M. 1980. *Estudio de las Plantas Nocivas: Principios y Prácticas*. México. Limusa. 449 p
15. LOWRY, O.H.; ROSEBROUGH, N.J.; FARR, A.L.; RANDALL, F.J. 1951. Protein measurements with the folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry* 193:265-275.

16. MURRAY, D.S.; STREET, J.E.; SOIERES, J.K.; BUCHANAN, G.A. 1979. Growth inhibition of cotton (*Gossypium hirsutum*) and soybean (*Glycine max*) roots and shoots by three dinitroaniline herbicides. *Weed Science* 27:336-342
17. NEL, P.C.; LE COURT DE BIBLOT, M.R.; VOGES, J.H. 1979. Effect of Alachlor on early growth and anatomy of maize (*Zea mays* L.) *Agroplanta* 11:47-53.
18. PARKA, S.J.; SOPPER, O.F. 1977. The physiology and mode of action of the dinitroaniline herbicides. *Weed Science* 25:79-87.
19. SHULIZ, D.P.; FUNDERBURK, H.H.; NEGI, N.S. 1968. Effects of Trifluralin on growth, morphology and nucleic acid synthesis. *Plant Physiology* 43:265-273.
20. SNEDECOR, G.; COCHRAN, W.G. 1974. *Métodos estadísticos*. México. CECSA, 703 p.
21. SOKAL, R.; ROHL, F. 1973. *Introduction to Biostatistic*. USA. W.F. Freeman & Co., 693 p.
22. TORREY, J.G. 1967. *Development in flowering plants*. USA. MacMillan Publ. Co. Inc. 184 p.
23. VAN OORSCHOT, I.L.O.; VAN LEEVWEN, P.H. 1976. Effects of some phenylurea herbicides on photosynthesis of two wheat varieties. *Weed Research* 16:11-14.

Notas y Comentarios

La lactasa ayuda a la digestión de la leche

La mayor parte de los humanos adultos en el mundo tienen deficiencia de la enzima intestinal, lactasa, que parte a la azúcar de la leche, la lactosa, en sus componentes monosacáridos, glucosa y galactosa. La enzima está presente en buenas cantidades al nacimiento, permitiendo al niño digerir la lactosa de la leche materna, para después declinar. Persiste en niveles altos en los europeos blancos, norteamericanos y en algunos otros grupos (Cf. Turrialba 18:98 y 19:317). En aquellos adultos que carecen de suficiente enzima, la lactosa queda sin digerir, y es desintegrada por bacterias del intestino, dando lugar a síntomas molestos tales como diarrea y flatulencia.

Un nuevo estudio por Jorge Rosado y sus colegas en el Instituto Nacional de Nutrición en Ciudad México y en el Massachusetts Institute of Technology indican que la deficiencia de lactasa puede ser vencida agregando a la leche Lactaid, una preparación comercial de la enzima derivada de levaduras (*Gastroenterology*, vol. 87, p. 1072).

Los investigadores evaluaron la mala absorción de lactosa de los individuos de la prueba, midiendo la cantidad de hidrógeno en aliento, un signo de fermentación incompleta de la lactosa por las bacterias en el colon. La mayoría de los individuos eran de Ciudad

México, donde la incidencia de la intolerancia a lactosa es de 70 a 80 por ciento. Un gramo de Lactaid agregado a 300 mililitros de leche de vaca resultó en una reducción de 62 por ciento del hidrógeno en el aliento de la gente con digestión incompleta del carbohidrato, y una reducción significativa en los síntomas de intolerancia a la leche.

En un artículo relacionado con el tema, el Dr. E. Urban comenta la curiosa observación de que la lactosa en el yoghurt es tolerada mucho mejor que en la leche (*Gastroenterology*, vol. 88, p. 209). En 10 individuos intolerantes a la lactosa, el ingerir 18 gramos de lactosa en yoghurt produjo sólo un tercio de la cantidad de hidrógeno en el aliento, que el que resultó de consumir 20 gramos de lactosa sola. Solo un 20 por ciento de los individuos que comieron yoghurt presentaron síntomas de diarrea y flatulencia, comparado con 80 por ciento cuando bebieron leche.

Un indicio sobre lo que estaba pasando fue la observación de que, después de comer yoghurt, una muestra de jugos intestinales contenía apreciables cantidades de lactasa, lo que indicaba que la lactasa de yoghurt había sobrevivido el paso por el estómago lo suficientemente para actuar sobre la lactosa del intestino A.G.